

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Yasuyuki SUZUKI et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **September 3, 2003**

Customer No.: 23850

For: **SPECTROMETER AND OPTICAL SPECTRUM ANALYZER**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

September 3, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-303736, filed on October 18, 2002; and

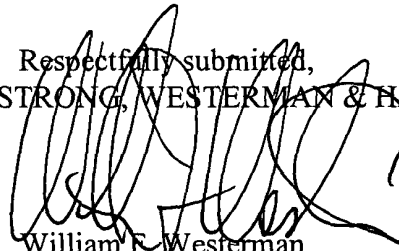
Japanese Appln. No. 2002-313713, filed on October 29, 2002.

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,
ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



William F. Westerman
Reg. No. 29,988

Atty. Docket No.: 030939
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
WFW/yap

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年10月18日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-303736

[ST.10/C]:

[JP2002-303736]

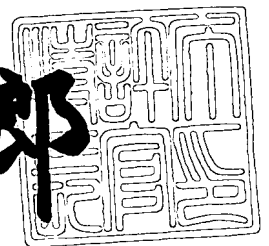
出 願 人
Applicant(s):

横河電機株式会社

2003年 4月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3029131

【書類名】 特許願
 【整理番号】 02A0174
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G01J 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会
 社内

【氏名】 岡田 頼樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会
 社内

【氏名】 三瓶 義広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会
 社内

【氏名】 小宮山 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会
 社内

【氏名】 鈴木 泰幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会
 社内

【氏名】 岡田 修平

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県甲府市高室町155番地 横河電機株式会社甲府
 事業所内

【氏名】 亀井 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000006507

【氏名又は名称】 横河電機株式会社

【代表者】 内田 勲

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005326

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器で受光し検出する分光装置において、

前記波長分散素子の設けられる媒質の屈折率の変化により、前記波長分散素子が前記被測定光を出射する角度の変動を補償する屈折率補償手段を有することを特徴とする分光装置。

【請求項 2】 屈折率補償手段は、波長分散素子の回折面で一体化され、前記被測定光がほぼ垂直に入射され、波長分散素子で分光された被測定光がほぼ垂直に出射されることを特徴とする請求項 1 記載の分光装置。

【請求項 3】 屈折率補償手段は、被測定光が光検出器で受光されるまでの光路上に設けられ、入射した被測定光を偏向させて出射することを特徴とする請求項 1 記載の分光装置。

【請求項 4】 屈折率補償手段は、プリズムであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の分光装置。

【請求項 5】 光検出器からの出力により、被測定光の波長を測定する出力検出部を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の分光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分散素子を用いた分光装置に関し、詳しくは、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる分光装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

分光装置は、被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器で受光し検出するも

のである（例えば、特許文献 1 参照）。例えば、複数の光信号が波長分割多重された被測定光において、各光信号の波長測定に用いられたりする。

【0003】

図 3 は、このような分光装置の従来例を示す構成図である。図 3 において、光ファイバ 11 は、被測定光を出射する出射口を有する伝送路である。コリメーティングレンズ 12 は、光ファイバ 11 の出射口に対向して設置され、光ファイバ 11 から出射された被測定光を平行光にして出射する。

【0004】

回折格子 13 は波長分散素子であり、コリメーティングレンズ 12 からの出射光を所望の角度に回折するため、コリメーティングレンズ 12 に対して傾けて設置してある。また、回折格子 13 は被測定光を波長ごと異なる角度に出射して分光する。フォーカシングレンズ 14 は、回折格子 13 からの出射光の光路上に設置され、出射光を収束して結像させる。

【0005】

光検出器 15 は、例えば、受光素子を複数有するフォトダイオードアレイであり、被測定光が収束し、結像する位置に設置される。また、受光素子ごとにあらかじめ波長が割り当てられている。

【0006】

このような装置の動作を説明する。光ファイバ 11 から出射された被測定光は、コリメーティングレンズ 12 で平行光となる。コリメーティングレンズ 12 を透過した被測定光は、回折格子 13 に入射する。被測定光は回折格子 13 によって、波長ごとに分光される。すなわち、波長ごとに回折格子 13 からの出射角度が異なる。そして、回折格子 13 によって波長ごとに分光された被測定光は、フォーカシングレンズ 14 によって光検出器 15 の受光素子それぞれで収束し、結像する。

【0007】

例えば、図 3 中“FP01”、“FP02”、“FP03”に位置する受光素子では、異なる波長の光が収束され、結像する。そして、図示しない出力検出部が光検出器 15 の各受光素子からの出力と割り当てられた波長によって、被測定

光の波長を求める。

【0008】

続いて、回折格子13による被測定光の入射角度と出射角度の関係を説明する。回折格子13による被測定光の入射角度と出射角度は下記の式(1)で表される

$$\sin \theta_{gi} + \sin \theta_{go} = \lambda / (n_a \cdot d) \quad (1)$$

【0009】

ここで、 θ_{gi} は、回折格子13への被測定光の入射角度である。 θ_{go} は、回折格子13からの被測定光の出射角度である。 λ は、波長である。 n_a は回折格子13が使用される環境の媒質（一般的には空気）の屈折率であり、 d は、回折格子13の格子定数である。

【0010】

また、波長の変化と出射角度の変化の関係は式(1)より、下記の式(2)で表される。

$$\Delta \lambda / \Delta \theta_{go} = n_a \cdot d \cdot \cos \theta_{go} \quad (2)$$

【0011】

このように、複数の波長の光信号が重畳された被測定光であっても、回折格子13が波長ごとに異なる角度で出射し、光検出器15の受光素子の異なる位置で被測定光が収束されて結像されるので、各光信号の波長を求めることができる。

【0012】

【特許文献1】

特開2000-304613号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、所望の波長を求める場合、媒質の屈折率が一定であることが必要となる。通常、分光装置が使用される環境は空気中であり、さらに、分光装置は、屋内、屋外を問わず用いられるので、気圧、気温、水蒸気圧等の異なる環境下で使用され、空気の屈折率が変動する。そのため、同じ波長の被測定光であっても、回折格子13からの出射角度が変動してしまう。

【0014】

そして、媒質の屈折率変化に対する出射角度の変化は、式(1)より、下記の式(3)で表される。

$$\Delta \theta_{go} / \Delta n_a = -\lambda / (n_a^2 \cdot d \cdot \cos \theta_{go}) \quad (3)$$

【0015】

例えば、 $\lambda = 1.55 [\mu m]$ 、 $d = 1.111 [\mu m]$ 、 $n_a = 1.000268$ 、 $\theta_{go} = 1.248 [rad]$ ($71.5 [deg]$) の場合、式(3)より、

$$\Delta \theta_{go} / \Delta n_a \doteq -4.42$$

となる。

【0016】

よって空気の屈折率 n_a が、 1.000268 から 1.000258 へと、僅か 0.00001 変化(標高でいえば、 $0 [m]$ から約 $300 [m]$ に変化)しても、出射角度は $0.0442 [mrad]$ 変化する。これは、式(2)より、波長換算で $15.5 [pm]$ に相当する。すなわち、同一の波長であっても空気の屈折率が変わると光検出器15上の結像位置も変化してしまい、波長測定の確度を悪化させるという問題があった。

【0017】

そこで本発明の目的は、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上した分光装置を実現することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、

被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器で受光し検出する分光装置において、

前記波長分散素子の設けられる媒質の屈折率の変化により、前記波長分散素子が前記被測定光を出射する角度の変動を補償する屈折率補償手段を有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、

屈折率補償手段は、波長分散素子の回折面で一体化され、前記被測定光がほぼ垂直に入射され、波長分散素子で分光された被測定光がほぼ垂直に出射されることを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、

屈折率補償手段は、被測定光が光検出器で受光されるまでの光路上に設けられ、入射した被測定光を偏向させて出射することを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の発明において、

屈折率補償手段は、プリズムであることを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の発明において、

光検出器からの出力により、被測定光の波長を測定する出力検出部を設けたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

〔第 1 の実施例〕

図 1 は本発明の第 1 の実施例を示す構成図である。ここで、図 3 と同一のものは同一符号を付し、説明を省略する。図 1 において、屈折率補償手段であるプリズム 1 6 が新たに設けられる。プリズム 1 6 は、回折格子 1 3 の設けられる媒質の屈折率の変化により、回折格子 1 3 が被測定光を出射する角度の変動を補償するものであり、回折格子 1 3 と密着して一体化されている。また、プリズム 1 6 の材質は、例えば、硝子である。

【 0 0 2 4 】

第一面 1 6 a にコリメーティングレンズ 1 2 からの被測定光がほぼ垂直に入射され、第二面 1 6 b が回折格子 1 3 の回折面と密着し、第三面 1 6 c から回折格

子 1 3 で分光された被測定光がほぼ垂直に出射する。また、第二面 1 6 b と回折格子 1 3 は、例えば接着剤によって固定されている。

【 0 0 2 5 】

このような装置の動作を説明する。光ファイバ 1 1 から出射された被測定光は、コリメーティングレンズ 1 2 で平行光となる。コリメーティングレンズ 1 2 を透過した被測定光は、プリズム 1 6 の第一面 1 6 a にほぼ垂直に入射する。そして、第二面 1 6 b と密着する回折格子 1 3 によって、被測定光が波長ごとに分光される。すなわち、波長ごとに回折格子 1 3 からの出射角が異なる。そして、回折格子 1 3 によって波長ごとに分光された被測定光は、プリズム 1 6 の第三面 1 6 c をほぼ垂直に出射して、フォーカシングレンズ 1 4 によって光検出器 1 5 の受光素子のそれぞれに収束し結像する。

【 0 0 2 6 】

例えば、図 3 中 " F P 0 1 " 、 " F P 0 2 " 、 " F P 0 3 " に位置する受光素子では、異なる波長の光が収束される。そして、図示しない出力検出部が光検出器の各受光素子からの出力によって、被測定光の波長を求める。

【 0 0 2 7 】

回折格子 1 3 とプリズム 1 6 は密着して設置され、回折格子 1 3 の回折面が接する媒質はプリズム 1 6 の硝子材となり、空気の屈折率の変動しても、回折面からの出射角度に変化は生じない。また、プリズムの第一面に対して、被測定光が垂直に入射して通過するので、空気の屈折率の変化による光路の変動はない。

【 0 0 2 8 】

また、プリズムの第三面から被測定光が出射する時には、波長ごとに第三面に対して、わずかに角度をもって通過するがほとんど影響は生じない。すなわち、回折格子 1 3 からの被測定光がプリズムの第三面に対する入射角度と出射角度の関係は下記の式 (4) で表される。

【 0 0 2 9 】

$$n_g \cdot \sin \theta_{2i} = n_a \cdot \sin \theta_{2o} \quad (4)$$

【 0 0 3 0 】

ただし、 θ_{2i} は入射角度であり、 θ_{2o} は出射角度であり、 n_g はプリズム

に使われている硝子材の屈折率、 n_a は空気の屈折率である。

【0031】

そして、空気の屈折率の変化に対する出射角度の変化は、下記の式（5）で表される。

$$\Delta \theta_{20} / \Delta n_a = - \tan \theta_{20} / n_a \quad (5)$$

【0032】

$\theta_{20} \cong 5 [\text{deg}]$ 程度であるとすれば、 $\Delta \theta_{20} / \Delta n_a \cong 0.1$ 程度であり、特にプリズムの第三面 16c に対して垂直に通過する波長の光に対しては、 $\Delta \theta_{20} / \Delta n_a = 0.0$ となる。よって、空気の屈折率が変化しても、光検出器 15 上の被測定光の結像位置はほとんど変化しない。

【0033】

このように、回折格子 13 と密着されたプリズム 16 の第一面にほぼ垂直に被測定光が入射し、回折格子 13 からの出射光がプリズム 16 の第二面からほぼ垂直に被測定光が出射されるので、使用環境が異なり媒質（空気）の屈折率が変化しても、被測定光が光検出器 15 のほぼ同じ位置で結像する。これにより、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【0034】

[第2の実施例]

図3は本発明の第2の実施例を示す構成図である。ここで、図1と同一のものは同一符号を付し、説明を省略する。図2において、プリズム 16 の代わりに、プリズム 17 が、コリメーティングレンズ 12 と回折格子 13 の間に設けられ、コリメーティングレンズ 12 からの被測定光を偏向して回折格子 13 の出射する。プリズム 17 の頂角 α は、被測定光が入射する面と出射する面によって形成される角度である。また、プリズム 17 の材質は、例えば硝子である。

【0035】

このような装置の動作を説明する。コリメーティングレンズ 12 によって平行光となった被測定光がプリズム 17 に入射される。そして、プリズム 17 が被測定光を偏向し、回折格子 13 に出射する。さらに、回折格子 13 が被測定光を波長ごとに異なる角度に出射して分光する

【0036】

すなわち、空気の屈折率が変化すると、プリズム17が被測定光を偏向する角度が変動し、プリズム17から回折格子13への入射角度も変動するが、このプリズム17の変動分は、回折格子13が被測定光を出射する角度の変動分を相殺する。

【0037】

ここで、プリズム17によって被測定光が偏向される角度（以下、偏向角と略す）の具体例を説明する

【0038】

プリズム17の頂角 α と偏向角の関係は以下の式(6)で表される。

$$n_g \cdot \sin \alpha = n_a \cdot \sin (\alpha + \theta_p) \quad (6)$$

ここで、 θ_p 偏向角である。

【0039】

また、空気の屈折率の変化と偏向角 θ_p の変化の関係は、式(6)より下記の式(7)で表される。

【0040】

【数1】

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_p}{dn_a} &= -\frac{n_g \sin \alpha}{n_a \cos(\alpha + \theta_p)} \\ &= -\frac{n_g \sin \alpha}{n_a \sqrt{1 - \sin^2(\alpha + \theta_p)}} \\ &= -\frac{n_g \sin \alpha}{n_a \sqrt{1 - \left(\frac{n_g}{n_a} \sin \alpha\right)^2}} \\ &= -\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{n_a}{n_g \sin \alpha}\right)^2 - 1}} \end{aligned} \quad (7)$$

【0041】

一方、回折格子13における被測定光の入射角度の変化と出射角度の変化の関

係は、以下の式 (8) で表される。

$$\Delta \theta_{go} / \Delta \theta_{gi} = -\cos \theta_{gi} / \cos \theta_{go} \quad (8)$$

【0042】

従って、式 (3) 式 (7)、式 (8) より、 $\Delta \theta_p = \Delta \theta_{gi}$ となるように符合をとることにより、満たすべき条件は下記の式 (9) となる。

【0043】

【数 2】

$$\frac{d\theta_p}{dn_a} \frac{d\theta_{go}}{d\theta_{gi}} + \frac{d\theta_{go}}{dn_a} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{n_a}{n_g \sin \alpha}\right)^2 - 1}} \frac{\cos \theta_{gi}}{\cos \theta_{go}} - \frac{\lambda}{n_a^2 d \cos \theta_{go}} = 0 \quad (9)$$

【0044】

式 (9) より、例えば、以下の条件において頂角 α を設定することにより、空気の屈折率が変化しても、光検出器 15 上の被測定光の結像位置は変化しない。

空気の屈折率 n_a : 1.000268。

プリズム 17 の屈折率 n_g : 1.5。

回折格子 13 への被測定光の入射角度 θ_{gi} : 0.463 [rad] (26.5 [deg])。

回折格子 13 からの被測定光の出射角度 θ_{go} : 1.250 [rad] (71.6 [deg])。

波長 λ : 1.55 [μ m]。

回折格子 13 の格子定数 d : 1.111 [μ m]。

プリズム 17 の頂角 α : 0.595 [rad] (34.1 [deg])。

【0045】

また、プリズム 17 がコリメーティングレンズ 12 からの被測定光を偏向し、回折格子 13 に出射して、回折格子 13 が被測定光を分光する以外の動作は、図 1 に示す装置と同様なので説明を省略する。

【0046】

このように、空気の屈折率変化によって生ずる回折格子 13 からの出射角度の変動分を、頂角 α を有するプリズム 17 がコリメーティングレンズ 12 からの被

測定光を偏向させて相殺するので、使用環境が異なり媒質（空気）の屈折率が変化しても、被測定光が光検出器 1 5 のほぼ同じ位置で結像する。これにより、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【 0 0 4 7 】

なお、本発明はこれに限定されるものではなく、以下のようなものでもよい。

出力検出部が光検出器 1 5 からの出力によって被測定光の波長を求める構成を示したが、出力検出部を設けずに、光検出器 1 5 からの出力を外部の機器に出力する構成としてもよい。

【 0 0 4 8 】

図 2 に示す装置において、プリズム 1 7 は、コリメーティングレンズ 1 2 と回折格子 1 3 の間に設ける構成を示したが、プリズム 1 7 は、光検出器 1 5 で被測定光が受光されるまでの光路に設ければよい。例えば、光ファイバ 1 1 とコリメーティングレンズ 1 2 の間、回折格子 1 3 とフォーカシングレンズ 1 4 の間フォーカシングレンズ 1 4 と光検出器 1 5 の間のいずれかに設けてもよい。

【 0 0 4 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、以下のような効果がある。

請求項 1 ～ 5 によれば、屈折率補償手段が、媒質の屈折率の変化により波長分散素子が被測定光を出射する角度の変動を補償するので、使用環境が異なり媒質の屈折率が変化しても、被測定光が光検出器のほぼ同じ位置で結像する。これにより、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【 0 0 5 0 】

請求項 2 によれば、波長分散素子の回折面で密着された屈折率補償手段にほぼ垂直に被測定光が入射し、波長分散素子からの回折光が屈折率補償手段からほぼ垂直に出射されるので、使用環境が異なり媒質の屈折率が変化しても、被測定光が光検出器のほぼ同じ位置で結像する。これにより、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【 0 0 5 1 】

請求項 3 によれば、媒質の屈折率の変化によって生ずる波長分散素子からの出

射角度の変動分を、屈折率補償手段が被測定光を偏向させて相殺するので、使用環境が異なり媒質の屈折率が変化しても、被測定光が光検出器のほぼ同じ位置で結像する。これにより、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例を示した構成図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施例を示した構成図である。

【図 3】

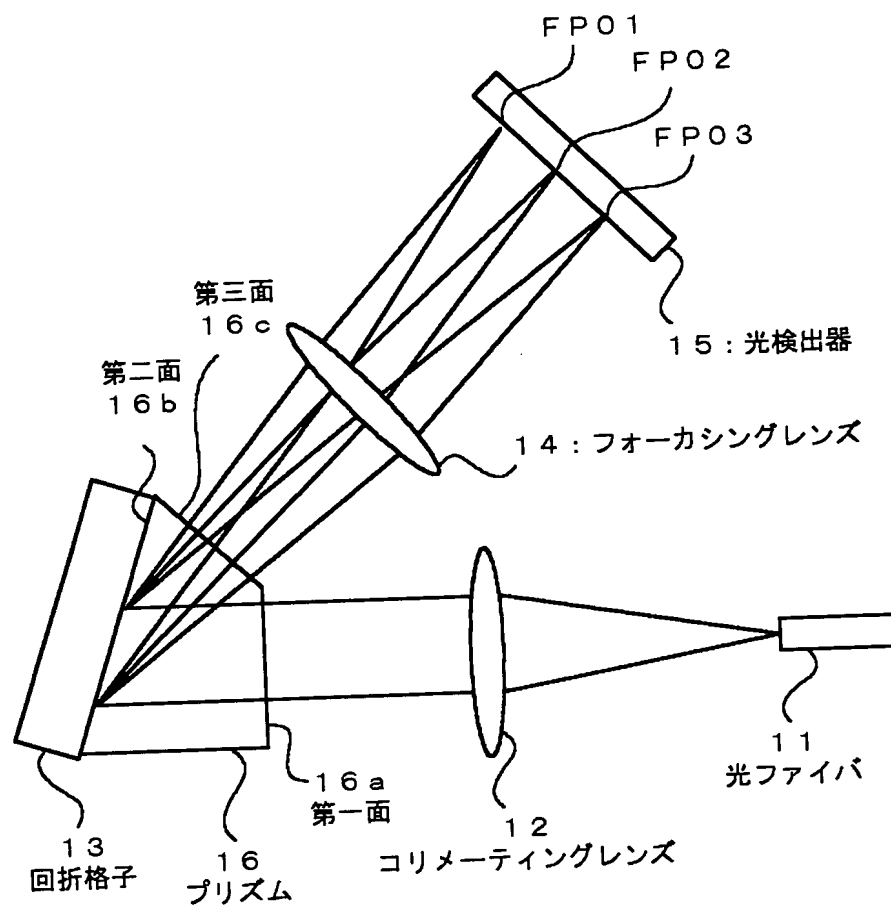
従来の分光装置の構成図である。

【符号の説明】

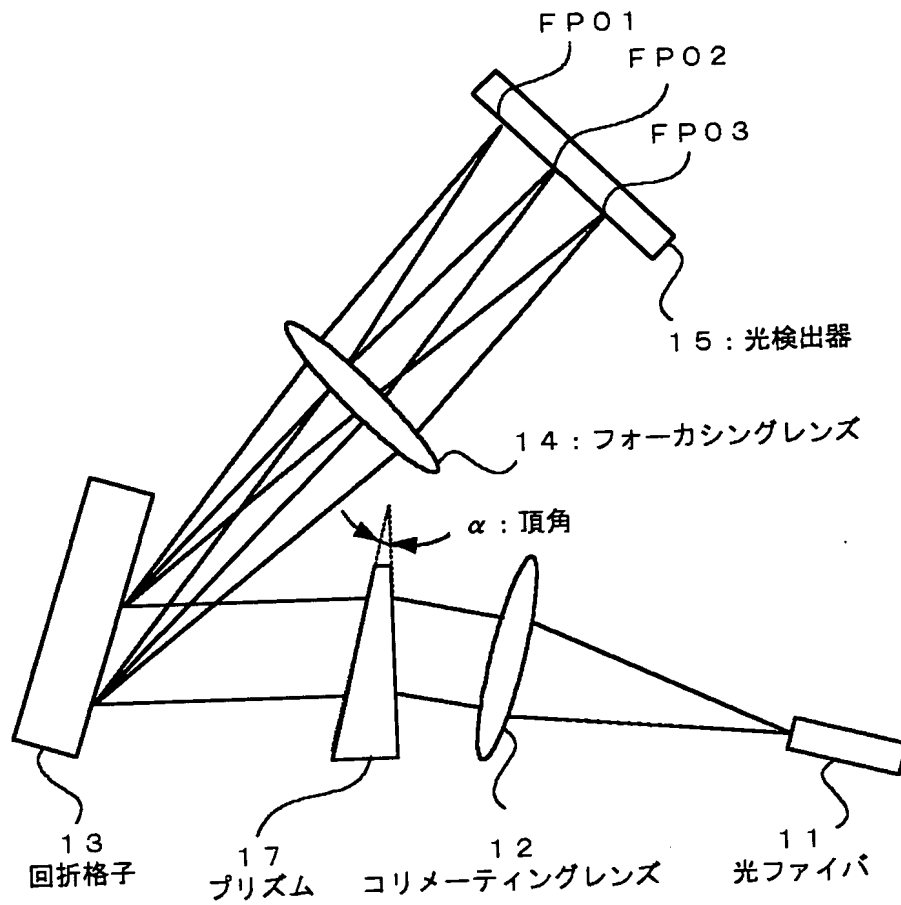
- 1 3 回折格子（波長分散素子）
- 1 5 光検出器
- 1 6、1 7 プリズム（屈折率補償手段）

【書類名】 図面

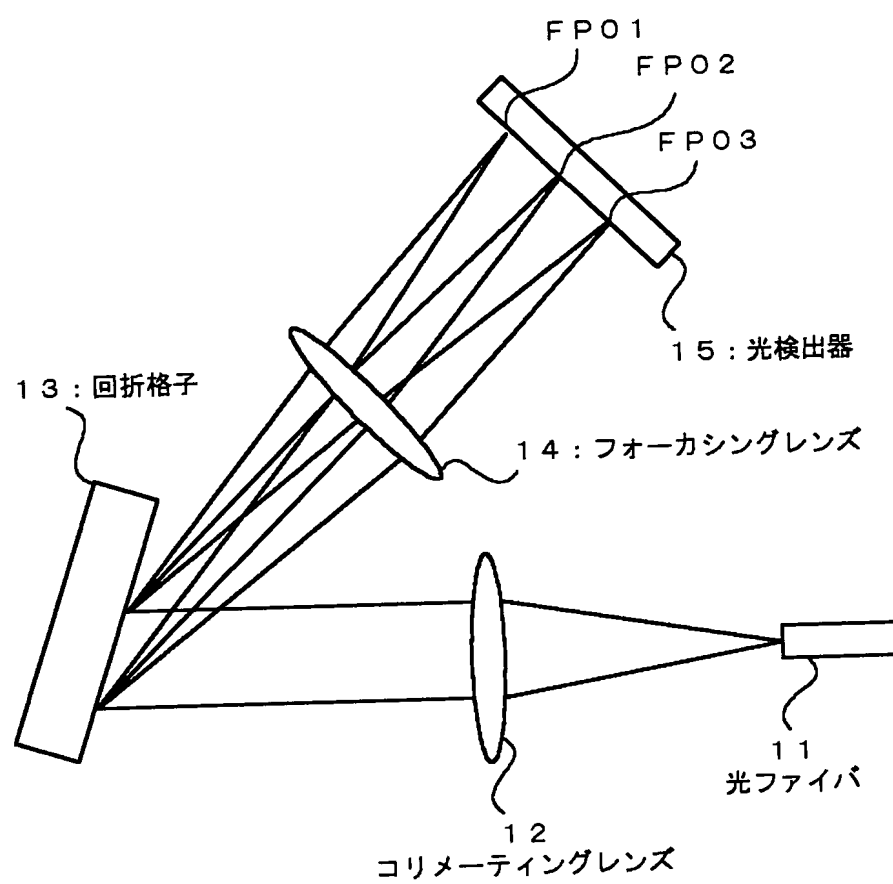
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用環境に影響されずに、波長測定の高精度を向上することができる分光装置を実現することを目的にする。

【解決手段】 本発明は、被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器で受光し検出する分光装置に改良を加えたものである。本装置は、波長分散素子の設けられる媒質の屈折率の変化により、波長分散素子が被測定光を出射する角度の変動を補償する屈折率補償手段を有することを特徴とするものである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-303736
受付番号	50201568215
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年10月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年10月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 5 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号

氏 名 横河電機株式会社